

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ГЛОБАЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

УДК 504.61

*Корчемлюк М. В., Приходько М. М., Архипова Л. М.
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ КЛІМАТУ ТА ЙОГО НАСЛІДКІВ В УКРАЇНСЬКІЙ
ЧАСТИНІ БАСЕЙНУ р. ПРУТ**

В роботі представлені результати досліджень зміни клімату в межах української частини басейну р.Прут, які базувались на аналізі багаторічних даних температури повітря та кількості опадів метеостанцій досліджуваної території. Доведено, що наслідки глобальних змін клімату проявляються у збільшенні частоти прояву екстремумів, що підвищує імовірність паводкових ризиків. Виділено й обґрунтовано природні і антропогенні чинники, що формують паводки в межах досліджуваної території. Запропоновано шляхи управління екологічними ризиками паводків, які визначають екологічну безпеку навколишнього середовища і розглядаються як довготермінові зміни метеорологічних елементів в єдиній системі інтегрованого управління річковим басейном.

Ключові слова: басейн р. Прут, зміни клімату, паводки, екологічні ризики

В работе представлены результаты исследований изменения климата в пределах украинской части бассейна р.Прут, которые базировались на анализе многолетних данных температуры воздуха и количества осадков метеостанций исследуемой территории. Доказано, что последствия глобальных изменений климата проявляются в увеличении частоты проявления экстремумов, что повышает вероятность паводковых рисков. Выделено и обосновано природные и антропогенные факторы, формирующие паводки в пределах исследуемой территории. Предложены пути управления экологическими рисками паводков, которые определяют экологическую безопасность окружающей среды и рассматриваются как долгосрочные изменения метеорологических элементов в единой системе интегрированного управления речным бассейном.

Ключевые слова: бассейн р. Прут, изменения климата, наводнения, экологические риски

This paper presents the results of climate change research within the Ukrainian part of the basin Prut river, which were based on an analysis of long-term data of air temperature and precipitation weather stations study area. It is proved that the consequences of global climate change manifested in increasing the frequency of extremes, which increases the likelihood of flood risks. Highlight and reasonably natural and anthropogenic factors influencing floods within the study area. The ways of managing environmental risks of floods, which determine the environmental safety of the environment and are treated as long-term changes in meteorological elements in a single system integrated river basin management.

Keywords: basin r.Prut, climate change, floods, environmental risks

Постановка проблеми. Зміна клімату відноситься до екологічних ризиків, які визначають екологічну безпеку навколишнього середовища і розглядаються як довготермінові зміни метеорологічних елементів (температура і вологість повітря, атмосферні опади, швидкість вітру, хмарність та ін.), відхилення їх параметрів від кліматичної норми для певної географічної широти. Цей процес супроводжується в першу чергу зміною температури повітря та атмосферних опадів.

Підписання Рамкової Конвенції ООН про зміну клімату представниками 175 країн свідчить про те, що зміна клімату є значною загрозою навколишньому середовищу та економічному розвитку.

© Корчемлюк М. В., Приходько М. М., Архипова Л. М., 2016

Важливою особливістю річки Прут є велика водність і часті паводки. Останні являють реальну загрозу для всіх трьох країн, на територіях яких протікає Прут, і не тільки для господарської сфери, але й для життя людей, які мешкають біля річок басейну. Невирішена проблема – оцінка змін клімату на локальному рівні в межах басейну р. Прут на території України, екологічних ризиків паводків й розробка стратегії управління екологічною безпекою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зміна клімату негативно позначається на геосистемах, біорізноманітті, водних і біотичних ресурсах, а також здоров'ї людей. Усі складові цієї загальної комплексної проблеми зараз активно вивчаються. Основна увага приділяється оцінюванню змін фізичних параметрів атмосфери, океану, суходолу і кріосфери внаслідок антропогенного впливу на кліматичну систему та наслідків зміни клімату.

Дослідженню екологічного стану навколишнього середовища Карпатського регіону, оцінці екологічних ризиків, стратегії управління екологічною безпекою присвячено велику кількість робіт науковців. Потрібно відмітити праці О. М. Адаменка, Я. О. Адаменка, В. М. Шмандія, М. М. Приходька та інших. Однак, аналіз попередніх досліджень дозволяє констатувати недостатню вивченість багаторічних змін клімату та його наслідків для басейнової екосистеми р.Прут, а також проблем управління безпекою, особливо на регіональному рівні в межах басейнових систем [1,3].

Постановка завдання. Мета роботи - дослідження змін клімату та його наслідків, зокрема аналіз екологічних ризиків паводків у басейні Прута в межах території України та шляхи забезпечення екологічної безпеки досліджуваної території.

Виклад основного матеріалу. Зміна клімату вже відбувається і цей процес буде посилюватися. Тому незалежно від того, чи причетна до цього людина чи ні, необхідно вживати заходи з протидії цим змінам, стримувати темпи зростання температури з тим, щоб уникнути небезпечних і незворотних наслідків для навколишнього середовища, економіки і суспільства в майбутньому. Треба намагатися пристосуватися (адаптуватися) і мінімізувати негативні впливи прогнозованих кліматичних змін, максимально ефективно використовувати вигоду від них там, де це можливо.

Якщо в минулому зміна клімату була природною за своєю суттю, то в останні 50 років вона більшою мірою зумовлена діяльністю людини. Антропогенні чинники сприяють кліматичним змінам, внаслідок зміни концентрації в атмосфері парникових газів і аерозолів. Із шести видів парникових газів, які визначені Кіотським протоколом, три із них – вуглекислий газ (CO_2), метан (CH_4) і закис азоту (N_2O) – зустрічаються в атмосфері у природному стані, але їх концентрації в результаті діяльності людини значно підвищились. Три інші парникові гази (гексафторид сірки, гідрофторвуглеводні, перфторвуглеводні) є синтетичними хімічними речовинами. 1 кг цих газів в атмосфері еквівалентний 20 і більше тоннам вуглекислого газу. Парникові гази і аерозолі впливають на клімат шляхом зміни обсягу сонячного випромінювання, що надходить, та інфрачервоного (теплого) випромінювання, що виходить (парниковий ефект).

Україна підписала Рамкову конвенцію ООН про зміну клімату та Кіотський протокол і зобов'язалася не перевищувати викиди парникових газів рівня 1990 року – 950 млн т CO_2 -екв. За кількістю викидів парникових газів Україна займає 10-е місце у світі після США, Росії, Японії, Німеччини, Канади, Великобританії, Франції, Італії, Австралії. Рівень викидів парникових газів (CO_2 , CH_4 , N_2O , фторовані гази) у 2009 році становив 400 млн т CO_2 -екв., а викиди CO_2 – 185,2 млн т. У 2010 році викиди CO_2 становили 198,2 млн т, CH_4 – 0,85 млн т.

На території України за останні 100 років середня річна температура повітря підвищилася на $0,7^\circ\text{C}$ і тенденція її збільшення зберігається. Україні загрожують аномальні температурні умови, перетворення степів у пустелі, нестача питної води, повені і паводки, сильні вітри. Все це негативно впливає на економічний розвиток, екологічну і національну безпеку держави.

Територія басейну р. Прут характеризується помірно-континентальним кліматом. В окремі роки спостерігаються посушливі періоди, які значно впливають на стік і гідрологічний режим річок басейну річки Прут. Високогірна частина басейну Прута відноситься до найбільш зволжених в Україні. Основною закономірністю річної кількості опадів є їх зменшення з віддаленням від гір. У горах (метеостанція Пожежевська, Селятин) кількість опадів становить 976-2117 мм на рік, у рівнинній частині (метеостанції Коломия, Чернівці) – 395-1331 мм. Для басейну властива значна нерівномірність опадів у часі. Буває так, що за один місяць випадає половина річної норми, а в окремі дні місячна кількість опадів. Це визначає паводковий режим річки і формування паводків.

Одержані нами в результаті аналізу спостережень на метеостанціях дані (приклад однієї метеостанції у табл. 1) свідчать про наявність у басейні р. Прут змін середньої місячної і середньої річної температури повітря за 1990-2013 роки порівняно з кліматичною стандартною нормою. За останні 24 роки середня річна температура повітря підвищилася на 0,2-1,9°C. Основним фактором, який визначає територіальні відмінності відхилення температури повітря від норми, є висота місцевості над рівнем моря. Найменші позитивні відхилення середньорічної температури повітря від норми (0,2-1,4 °C) відносяться до гірських територій – метеостанції Пожежевська, Селятин. Найбільше підвищення температури повітря спостерігається в зимові місяці (січень, лютий). У літні місяці (липень, серпень) температура підвищилася в середньому на 0,7-1,9 °C.

Крім температурного режиму, на функціонування геосистем, у першу чергу їх біотичних компонентів (рослин і тварин), та умови життєдіяльності людини, значний вплив має зволоження території, яке визначається кількістю атмосферних опадів та їх розподілом у часі. Дефіцит або надлишок вологи у ґрунті, низька вологість повітря створюють несприятливі умови для розвитку і продуктивності рослинного покриву, визначають сезонні зміни видового складу рослинного покриву, а також стани (добові, сезонні) геосистем.

Наслідки глобальних змін клімату проявляються у підвищенні частоти прояву екстремумів протягом останніх десятиріч. В цілому збільшується кількість й тривалість як екстремально сухих так й екстремально вологих періодів. У багаторічному циклі за 1990-2013 роки середньобагаторічна кількість атмосферних опадів у басейні р. Прут, порівняно з нормою, зросла від 9 до 93 мм, крім метеостанції Чернівці, де середньобагаторічна кількість опадів зменшилася на 23 мм.

За останні 24 роки річна кількість атмосферних опадів була нижчою від норми впродовж 11-14 років. У найбільш «сухі» роки (1990, 1991, 1996, 2000, 2003, 2011) кількість опадів за рік була меншою від норми на 110-447 мм. У річному циклі найбільш «сухими» були місяці травень, червень, липень, листопад і грудень.

Кількість років з вищою від норми річною сумою атмосферних опадів за період 1990-2013 роки коливалася у межах 9-14 років. Найбільша кількість опадів випала у 1998, 2001, 2007, 2008, 2010 роках (перевищення від норми коливалось у межах 280-450 мм). Максимальні перевищення річної кількості опадів спостерігались на метеостанції Пожежевська – 603 мм (1998 р.), 555 мм (2008 р.) і 694 мм (2010 р.). Саме у ці роки на річках формувалися катастрофічні паводки. Кількість опадів, яка перевищує норму, припадає у більшості випадків на місяці березень, червень-серпень і листопад. У «вологі» роки є також місяці з кількістю опадів значно меншою від норми. Переважно це місяці квітень, травень і серпень (приклад однієї метеостанції табл. 2).

Наслідками зміни клімату є:

- підвищення зимових температур повітря, що сприяє нестійкості снігового покриву і випаровуванню снігу, внаслідок чого зменшується поповнення ґрунтових вод і ґрунтової складової річкового стоку (знижується водність річок у період зимової межени);
- зменшення кількості атмосферних опадів і зростання температури повітря у теплий період року підвищує екологічний ризик нестабільності річкового стоку і значного

зниження водності річок у періоди зимової, літньої та осінньої меженої (рис. 1), що обумовлює необхідність удосконалення управління водними ресурсами (зокрема врахування при прийнятті рішень щодо водопостачання, будівництва міні ГЕС, поглиблення очищення зворотних вод на очисних спорудах і перегляду нормативів гранично допустимих скидів у водні об'єкти);

- підвищення температури повітря (особливо у весняно-літній період) сприяє висушуванню ґрунтів, внаслідок чого вода, яка надходить у ґрунт з атмосферними опадами після посушливого періоду, поглинається ґрунтом і не надходить у підземні води, що призводить до зниження рівня підземних вод і, як наслідок, «висихання» колодязів, а також зменшення ґрунтової складової річкового стоку;

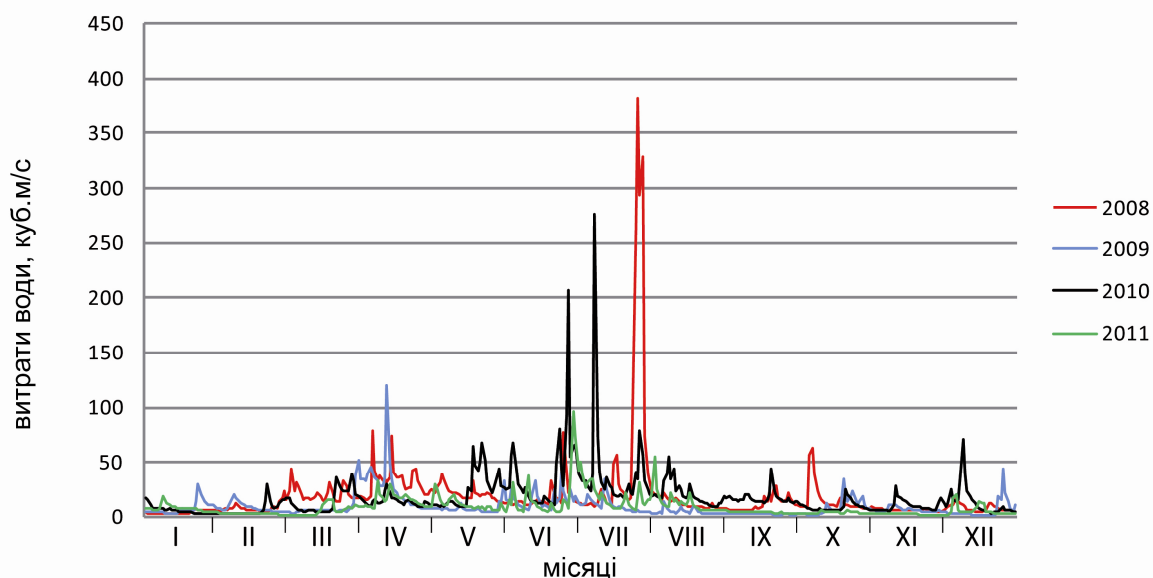


Рис. 1. Гідрографи стоку р. Прут (гідропост Яремче – 2008-2011 рр.)

- зміна клімату спричиняє періодично повторюване формування екстремальних факторів середовища (стресорів), таких як дуже високі/низькі температури повітря, висушування або перезволоження ґрунтів (особливо у періоди інтенсивного росту рослин), які обумовлюють виникнення в біотичних компонентах геосистем (біоценозах) стресів, наслідками яких є зниження стійкості та продуктивності лісових, лучних і аграрних екосистем, всихання ялинових лісів, поширення шкідників і хвороб. Темпи зміни кліматичних факторів можуть випереджати можливості біологічних видів адаптуватися до змінених умов середовища, що негативно впливатиме на життєвість та збереженість видів і, як наслідок, може призвести до збіднення біорізноманіття;

- збільшення частоти аномально великих атмосферних опадів за короткий проміжок часу призводить до формування паводків, зокрема і катастрофічних, а також розвитку процесів водної ерозії ґрунтів, зсувів, селів, руйнування берегів річок.

Паводки – це тимчасова акумуляція на денній поверхні значної кількості водної маси з великою потенційною енергією, яка активно впливає на верхню зону геологічного середовища. Басейн р. Прут характеризується високим ризиком виникнення паводків і пов'язаних з ними процесів (руйнування берегів річок, затоплення територій). Значні паводки відбулися у 1911, 1927, 1941, 1955, 1969, 1980, 1988, 2002, 2008, 2010 роках. Ризики формування паводків, які охоплюють тільки басейни окремих річок, виникають через 2-3 роки [1].

Басейн Прута відноситься до територій з гірським розчленованим рельєфом, значною крутизною схилів, великою кількістю атмосферних опадів. За останні роки відмічається зростання кількості випадків сильних і дуже сильних дощів. Завжди є потенційний ризик формування паводків (зокрема і катастрофічних), що загрожує екологічній безпеці регіону.

Таблиця 1

Відхилення середньомісячної і середньорічної температури повітря від норми по метеостанції Яремче у басейні р. Прут, °С

| Метеостанція, ВНРМ | Рік | Місяці | | | | | | | | | | | | Середня за рік | Відхилення середньої за рік від середньо- багаторічної |
|-----------------------|------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------------|--|
| | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | | |
| Яремче, 531,0 м | 1990 | 4,1 | 6,1 | 4,9 | 0,3 | -0,2 | -0,3 | 0,0 | 0,5 | -1,8 | 0,4 | 1,7 | -0,6 | 8,2 | 1,3 |
| | 1991 | 2,9 | -2,2 | 1,8 | -1,5 | -2,6 | 0,5 | 1,3 | 0,3 | 0,1 | -1,1 | 0,4 | -2,2 | 6,7 | -0,2 |
| | 1992 | 2,1 | 1,4 | 1,5 | 0,2 | -1,6 | 0,3 | 0,8 | 3,9 | -1,3 | -0,7 | 0,9 | -0,6 | 7,5 | 0,6 |
| | 1993 | 2,9 | -0,3 | -1,3 | -0,9 | 1,4 | 0,0 | -0,4 | -0,3 | -1,4 | 1,2 | -6,9 | 3,1 | 6,7 | -0,2 |
| | 1994 | 5,9 | 0,3 | 3,0 | 1,7 | -0,2 | 0,0 | 1,8 | 1,4 | 4,1 | -1,1 | -0,3 | 0,4 | 8,3 | 1,4 |
| | 1995 | 0,9 | 5,7 | 0,9 | -0,5 | -0,9 | 0,7 | 1,8 | 0,1 | -0,6 | 1,3 | -3,9 | -4,1 | 7,0 | 0,1 |
| | 1996 | -4,0 | -3,7 | -5,2 | -1,2 | 2,8 | 1,5 | -1,0 | 0,2 | -3,5 | 0,0 | 3,4 | -4,2 | 5,7 | -1,2 |
| | 1997 | -0,8 | 2,7 | 0,0 | -4,1 | 1,0 | 0,3 | 0,0 | 0,2 | -1,1 | -1,8 | 0,3 | 0,3 | 6,7 | -0,2 |
| | 1998 | 3,8 | 5,1 | -1,6 | 2,3 | -0,6 | 1,6 | 0,8 | 0,8 | -0,3 | 0,1 | -5,0 | -2,3 | 7,3 | 0,4 |
| | 1999 | 3,9 | 1,3 | 2,0 | 1,4 | -1,2 | 2,1 | 2,1 | 0,7 | 1,6 | 0,0 | -1,7 | 1,8 | 8,1 | 1,2 |
| | 2000 | -0,6 | 4,1 | 0,6 | 3,4 | 1,6 | 0,8 | 0,1 | 1,7 | -1,9 | 1,4 | 3,5 | 3,4 | 8,4 | 1,5 |
| | 2001 | 2,3 | 2,0 | 2,4 | 0,7 | 0,7 | -0,7 | 2,4 | 1,8 | -0,7 | 2,4 | -2,6 | -1,4 | 7,7 | 0,8 |
| | 2002 | 2,3 | 6,4 | 3,2 | -0,3 | 2,4 | 1,3 | 3,1 | 1,4 | -1,1 | -0,6 | 2,7 | -4,7 | 8,3 | 1,4 |
| | 2003 | 0,1 | -4,9 | -0,9 | -1,1 | 4,5 | 1,4 | 1,2 | 2,3 | -0,4 | -2,4 | 1,8 | 1,1 | 7,1 | 0,2 |
| | 2004 | -1,2 | 1,3 | 1,2 | 0,8 | -0,9 | 0,4 | 0,9 | 0,9 | -0,6 | 1,7 | 0,2 | 1,1 | 7,4 | 0,5 |
| | 2005 | 2,0 | -1,4 | -1,8 | 0,6 | 0,8 | 0,0 | 1,5 | 0,7 | 1,0 | 0,4 | -0,6 | -0,2 | 7,2 | 0,3 |
| | 2006 | -2,7 | -0,6 | -1,1 | 1,0 | -0,2 | 0,3 | 2,0 | 1,3 | 1,5 | 2,2 | 2,0 | 3,4 | 7,7 | 0,8 |
| | 2007 | 7,1 | 2,1 | 4,0 | 0,8 | 2,7 | 2,5 | 2,8 | 2,3 | -0,5 | -0,1 | -1,3 | -0,9 | 8,7 | 1,8 |
| | 2008 | 2,3 | 4,3 | 2,1 | 1,3 | 0,6 | 1,5 | 0,8 | 2,6 | -0,7 | 1,8 | 1,4 | 1,2 | 8,5 | 1,6 |
| | 2009 | 1,8 | 1,1 | -0,1 | 2,9 | 0,6 | 1,4 | 2,2 | 1,8 | 1,6 | -0,1 | 2,7 | 3,4 | 8,5 | 1,6 |
| | 2010 | -2,7 | 0,3 | 1,3 | 1,3 | 1,8 | 1,8 | 2,3 | 3,3 | -0,6 | -2,7 | 4,9 | -0,7 | 8,0 | 1,1 |
| | 2011 | 2,6 | -0,6 | 0,8 | 1,1 | 0,5 | 1,7 | 1,7 | 2,0 | 2,4 | -1,0 | -1,3 | 3,4 | 8,1 | 1,2 |
| | 2012 | 1,0 | -6,2 | 1,9 | 2,3 | 1,7 | 3,1 | 3,6 | 2,2 | 2,1 | 1,4 | 2,0 | -2,1 | 8,8 | 1,9 |
| | 2013 | 1,5 | 1,4 | -2,0 | 2,2 | 2,8 | 2,3 | 1,4 | 1,6 | -1,0 | 2,4 | 3,4 | 2,8 | 8,5 | 1,6 |

Таблиця 2

Відхилення місячної і річної кількості опадів від норми у басейні р. Прут, мм

| Метеостанція, ВНРМ | Рік | Місяці | | | | | | | | | | | | За рік | Відхилення від середньо- багаторічної |
|-----------------------|------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----------|--|
| | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | | |
| Яремче, 531,0 м | 1990 | -20 | -2 | -10 | -8 | -45 | -60 | -77 | -26 | -11 | -10 | 11 | 6 | 679 | -252 |
| | 1991 | -7 | -25 | -27 | -5 | 89 | -23 | 85 | -11 | 14 | 79 | -15 | 2 | 1087 | 156 |
| | 1992 | -17 | -8 | -13 | 1 | -47 | -6 | 22 | -51 | 25 | 32 | 17 | -15 | 871 | -60 |
| | 1993 | -2 | -3 | 32 | -18 | 13 | -86 | -5 | -23 | 44 | -14 | -15 | 12 | 866 | -65 |
| | 1994 | -18 | -1 | 8 | -32 | -19 | 8 | -12 | -34 | -26 | 39 | 2 | -3 | 843 | -88 |
| | 1995 | 0 | 2 | 52 | -29 | -34 | 34 | -69 | 81 | 3 | -33 | 39 | 41 | 1018 | 87 |
| | 1996 | -12 | 4 | -20 | 116 | -25 | -88 | -23 | -14 | 122 | 27 | -15 | 23 | 1026 | 95 |
| | 1997 | -24 | -9 | -12 | 18 | -24 | -37 | 3 | 15 | 40 | 24 | -4 | 5 | 924 | -7 |
| | 1998 | -17 | -8 | 34 | -4 | 68 | 37 | 28 | -16 | 3 | 44 | 54 | -15 | 1139 | 208 |
| | 1999 | 4 | 92 | -29 | 37 | -73 | 15 | 102 | 19 | -5 | 6 | -6 | 25 | 1118 | 187 |
| | 2000 | 10 | -21 | 35 | -25 | -78 | -63 | 10 | 19 | 10 | -32 | -29 | -8 | 759 | -172 |
| | 2001 | -4 | -1 | 63 | 1 | -71 | 181 | 16 | 139 | 96 | -17 | 77 | 9 | 1421 | 490 |
| | 2002 | -16 | 10 | 63 | -18 | 30 | -39 | -40 | 50 | 57 | 32 | -17 | -10 | 1033 | 102 |
| | 2003 | 12 | 22 | 0 | -63 | -35 | -49 | 163 | -74 | -13 | 40 | -10 | -1 | 921 | -10 |
| | 2004 | 11 | 37 | -25 | -43 | -23 | -52 | 124 | 93 | -5 | -8 | 32 | -10 | 1062 | 131 |
| | 2005 | 13 | 0 | -13 | 14 | -11 | 3 | 20 | 201 | -7 | 32 | -10 | -4 | 1169 | 238 |
| | 2006 | -21 | -5 | 79 | -17 | 52 | 89 | -54 | 108 | -60 | -12 | -27 | -27 | 1036 | 105 |
| | 2007 | 21 | 3 | 0 | -29 | 1 | -36 | -12 | 15 | 98 | 39 | 11 | -10 | 1032 | 101 |
| | 2008 | -8 | -12 | 38 | 65 | -50 | -2 | 342 | -56 | 47 | 85 | -12 | 12 | 1380 | 449 |
| | 2009 | 6 | 0 | 34 | -43 | -45 | -8 | -58 | 8 | -45 | 85 | -12 | 12 | 865 | -66 |
| | 2010 | 7 | 7 | 12 | -6 | 52 | 134 | 202 | 2 | 1 | 2 | -1 | 44 | 1387 | 456 |
| | 2011 | -13 | -15 | -11 | -6 | -45 | 71 | 57 | 6 | -39 | 1 | -42 | 2 | 897 | -34 |
| | 2012 | -9 | -9 | 10 | -17 | 17 | -60 | 87 | -31 | -4 | -8 | 3 | -4 | 717 | -214 |
| | 2013 | 12 | 4 | 60 | -20 | -83 | 15 | -94 | -10 | 6 | -21 | -12 | -38 | 743 | -188 |

Формування паводків спричинено природними і антропогенними чинниками.

Природні чинники:

- збільшення частоти випадання великої кількості опадів на значних територіях за короткий період (250-350 мм за 2-3 дні). Повторюваність таких опадів за останні 35 років зростає. Збільшення випадків сильних дощів пов'язано із глобальними змінами клімату;

- великі ухили русел рік і, як наслідок, велика швидкість стікання води до основних річок, що сприяє швидкому підняттю рівнів води;

- велика крутизна схилів (табл. 4) (переважають у гірських ландшафтах); за таких умов дощові води дуже швидко стікають у долини річок, спричиняючи значні витрати води і підняття рівнів води як у притоках, так і в р. Прут (див. рис. 1), затоплення заплав і надзаплавних терас.

Антропогенні чинники:

- руйнування первинної структури природних лісів, зниження лісистості території; корінні мішані різновікові деревостани з дуба, бука, ялини і ялиці замінені монокультурами ялини та простими одновіковими дубняками, букняками і яличниками, внаслідок чого просочування води у ґрунт зменшилося, а поверхневий стік збільшився;

- зниження водоакумулюючої ємності території; екологічно необґрунтоване освоєння території призвело до утворення великих площ угідь (рілля, сіножаті, пасовища, забудовані землі, дороги), на яких, внаслідок низької водопроникності ґрунтів, формується поверхневий стік. Крім того, при осушенні перезволожених ґрунтів побудована значна кількість відкритих каналів. Все це призвело до значного зниження водоакумулюючої ємності території. Атмосферні опади у вигляді поверхневого стоку швидко стікають у водотоки, формуючи паводки (у тому числі і катастрофічні);

- зниження повноти, спрощення видового складу, зміна вікової структури деревостанів, наземне тракторне трелювання деревини в лісах. Ці фактори призводять до зниження водорегулювальної функції лісів і, як наслідок, їх здатності зменшувати поверхневий стік, максимальні витрати та рівні води в річках у паводковий період. У лісовому фонді басейну переважають молодняки і середньовікові деревостани. У той же час найбільш високу водорегулюючу здатність мають стиглі деревостани;

- відсутність системи затримання (регулювання) поверхневого стоку на землях сільськогосподарського призначення;

- відсутність догляду за руслами річок і потічків (розчищення і поглиблення русел);

- відсутність споруд (перепади тощо) для зменшення швидкості стікання води в річках (у першу чергу річках I і II порядків).

Значна увага приділяється питанню впливу лісу на формування паводків. У зв'язку з цим, актуальним є вивчення залежностей між лісистістю території та формуванням паводків. Проведений нами аналіз матеріалів Карпатської селестокової станції свідчить, що величина модулів стоку залежить від лісистості водозборів (табл. 3). При лісистості водозбору 93 % (р. Жонка) модулі стоку в 1,6-2,1 раза менші, порівняно з водозборами з меншою лісистістю – 77 % (р. Прут) і 83 % (р. Чорногірчик). Таким чином, для зменшення паводкового ризику лісистість річкових басейнів у гірських ландшафтах повинна бути не нижчою 90 %.

Таблиця 3

Залежність модулів стоку від лісистості водозборів

| Ріка-гідропост | Лісистість водозбору, % | Модуль стоку, л/с км ² | | | | | |
|--------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 22.07 | 23.07 | 24.07 | 25.07 | 26.07 | 27.07 |
| Прут-Яремче | 77 | 1315 | 1517 | 2060 | 2315 | 1881 | 1502 |
| Чорногірчик-Яремче | 83 | 1066 | 1325 | 1909 | 2538 | 2116 | 1324 |
| Жонка-Яремче | 93 | 627 | 821 | 1034 | 1455 | 910 | 693 |

На підставі матеріалів спостережень на Закарпатській водно-балансовій станції також встановлено, що за відсутності на водозборах лісів максимальні витрати води у річках збільшуються на 14 %. На вкритих лісом водозборах (лісистість 100 %) максимальні витрати води і рівні води у річках знижуються майже у 3 рази. У гірських ландшафтах водорегулювальна функція лісу проявляється при лісистості водозборів не нижче 70 % [3].

Під впливом лісу інфільтраційна здатність ґрунту підвищується у 2-50 разів. Поверхневий стік на зайнятих лісом територіях складає менше 3 % кількості атмосферних опадів, а на безлісних місцевостях може перевищувати 60 %. Під впливом лісу поверхневий стік зменшується у 2-70 разів, а піки паводків знижуються у 10-20 разів [2].

Протягом 1700-1940 років паводки формувались через 25 років. Після значних рубок деревини, проведених в лісах протягом 1946-1960 років, паводки виникають через 4 роки. Внаслідок зміни клімату очікується наростання нестабільності погоди і збільшення випадків з інтенсивними опадами, що підвищує імовірність паводкових ризиків. Тому важливим є розроблення і впровадження заходів з протипаводкового захисту території, які повинні бути системними (комплексними), охоплювати всю територію басейну(ів) річок.

У басейні Прута побудовано значний протипаводковий комплекс. Однак, він базується тільки на регулюванні русел і річкового потоку (берегоукріплення, захисні дамби) і не забезпечує регулювання поверхневого схилового стоку на водозборах річок та підвищення водоакумулюючої ємності території. Наслідком відсутності ефективної системи управління паводками (протипаводкового захисту) є значні збитки від паводків.

Попередження формування паводків і управління ними (зменшення паводкового ризику) пов'язано із значними труднощами через несумісність затрат на необхідні протипаводкові заходи з економічними можливостями суспільства. Управління паводком – це система взаємопов'язаних заходів та управлінських рішень, які здійснюються у басейнах річок і спрямовані на зниження рівнів і витрат води у річках і, як наслідок, на мінімізацію збитків від проходження паводку. Управління паводками необхідно розробляти в єдиній системі інтегрованого управління річковим басейном. Система протипаводкових заходів передбачає пріоритетність заходів на водозборах річок, які забезпечують зменшення поверхневого схилового стоку і його перерозподіл у часі над регулювальними роботами у руслах річок і включає [3]:

- планування і конструювання геосистем у межах басейнів річок та їх приток усіх порядків, яке передбачає просторову організацію збалансованої структури і співвідношення природних і антропогенно модифікованих геосистем (лісових, лучних, орних селитебних). Для кожного басейну приток основних річок, а в їх межах для територій сільських (селищних) рад необхідно розробити проекти землеустрою з організацією території, яка забезпечує регулювання поверхневого схилового стоку і підвищення водоакумулюючої ємності території;

- розчищення і регулювання русел річок після проходження паводка (забір відкладів піщано-гравійної суміші, але не нижче встановленого для певної ділянки річки рівня);

- будівництво системи гідротехнічних споруд (перепади, ставки) на річках I-II порядків; водоакумулюючих ємностей у заплавах річок III-VI порядків; польдерів – на рівнинних ділянках річок;

- зміна цільового використання затоплюваних орних земель (переведення їх у сіножаті або пасовища);

- винесення об'єктів житлової забудови та виробничої інфраструктури за межі територій можливого затоплення, відселення людей;

- створення регіональної спостережно-інформаційно-управлінської моніторингової системи на основних річках та їх притоках.

Реалізація системи протипаводкових заходів забезпечить регулювання поверхневого схилового і руслового стоку, підвищення водоакумулюючої ємності території, зменшення швидкості стікання та періоду добігання води до русел і, як наслідок, зменшення величин максимальних модулів стоку у річках.

Таблиця 4

Розподіл території за крутизною схилів у басейні р. Прут (Івано-Франківська область)

| Адміністративне утворення (район) | Площа | | Крутизна схилів, град. | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|----------|------|------------------------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|--------|-----|
| | | | 0-1 | | 1-3 | | 3-5 | | 5-7 | | 7-10 | | 10-20 | | 20-30 | | > 30 | |
| | га | % | га | % | га | % | га | % | га | % | га | % | га | % | га | % | га | % |
| Всього | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Верховинський | 127448,2 | 9,1 | 474,7 | 0,4 | 3068,8 | 2,4 | 5587,7 | 4,4 | 7988,1 | 6,3 | 16784,4 | 13,2 | 63685,1 | 50,0 | 25801,5 | 20,2 | 4039,6 | 3,2 |
| Коломийський | 102607,5 | 7,4 | 12152,3 | 11,8 | 41762,5 | 40,7 | 26070,9 | 25,4 | 11827,8 | 11,5 | 6598,4 | 6,4 | 3780,1 | 3,7 | 374,6 | 0,4 | 36,0 | 0,0 |
| Косівський | 92137,4 | 6,6 | 2898,2 | 3,1 | 13970,1 | 15,2 | 14578,4 | 15,8 | 11920,1 | 12,9 | 14768,6 | 16,0 | 27646,7 | 30,0 | 5952,5 | 6,5 | 397,4 | 0,4 |
| Снятинський | 60073,8 | 4,3 | 6611,4 | 11,0 | 24862,8 | 41,4 | 16103,9 | 26,8 | 7308,5 | 12,2 | 3963,2 | 6,6 | 1198,8 | 2,0 | 15,9 | 0,0 | 1,1 | 0,0 |
| Сільськогосподарські угіддя | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Верховинський | 39562,8 | 6,9 | 214,8 | 0,5 | 1368,0 | 3,5 | 2417,3 | 6,1 | 3285,7 | 8,3 | 6451,2 | 16,3 | 19481,3 | 49,2 | 5606,0 | 14,2 | 738,4 | 1,9 |
| Коломийський | 52494,6 | 9,2 | 6385,9 | 12,2 | 22060,0 | 42,0 | 13878,7 | 26,4 | 6197,9 | 11,8 | 2998,1 | 5,7 | 907,3 | 1,7 | 53,4 | 0,1 | 13,4 | 0,0 |
| Косівський | 24522,8 | 4,3 | 1001,5 | 4,1 | 4600,7 | 18,8 | 4637,8 | 18,9 | 3621,7 | 14,8 | 4065,8 | 16,6 | 5876,5 | 24,0 | 697,6 | 2,8 | 21,1 | 0,1 |
| Снятинський | 42362,2 | 7,4 | 4573,7 | 10,8 | 17583,3 | 41,5 | 11593,8 | 27,4 | 5203,8 | 12,3 | 2700,4 | 6,4 | 691,3 | 1,6 | 14,7 | 0,0 | 1,1 | 0,0 |
| Лісові землі | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Верховинський | 81020,7 | 13,1 | 145,9 | 0,2 | 1167,9 | 1,4 | 2575,8 | 3,2 | 4065,5 | 5,0 | 9207,7 | 11,4 | 41095,2 | 50,7 | 19544,6 | 24,1 | 3210,4 | 4,0 |
| Коломийський | 23007,1 | 3,7 | 1448,5 | 6,3 | 6678,8 | 29,0 | 5712,6 | 24,8 | 3448,8 | 15,0 | 2726,4 | 11,9 | 2649,8 | 11,5 | 318,9 | 1,4 | 22,6 | 0,1 |
| Косівський | 47928,2 | 7,7 | 489,1 | 1,0 | 3204,4 | 6,7 | 5171,1 | 10,8 | 5655,4 | 11,8 | 8659,6 | 18,1 | 19550,0 | 40,8 | 4854,3 | 10,1 | 341,5 | 0,7 |
| Снятинський | 4688,8 | 0,8 | 326,3 | 7,0 | 1269,2 | 27,1 | 1163,7 | 24,8 | 805,6 | 17,2 | 730,5 | 15,6 | 393,0 | 8,4 | 0,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

Висновки. Результати досліджень зміни клімату та його наслідків в межах української частини басейну р.Прут дозволили зробити наступні висновки:

- зміна клімату відноситься до екологічних ризиків, які визначають екологічну безпеку навколишнього середовища і розглядається як довготермінові зміни метеорологічних елементів;

- за останні 24 роки середня річна температура повітря в межах української частини басейну р.Прут підвищилася на 0,2-1,9°C;

- наслідки глобальних змін клімату проявляються у підвищенні частоти прояву екстремумів. В цілому збільшується кількість й тривалість як екстремально сухих так й екстремально вологих періодів;

- внаслідок зміни клімату очікується наростання нестабільності погоди і збільшення випадків з інтенсивними опадами, що підвищує імовірність паводкових ризиків;

- виділено й обгрунтовано природні і антропогенні чинники, що формують паводки в межах досліджуваної території;

- глобальне потепління клімату вимагає реалізації такої системи протипаводкових заходів, яка б забезпечила регулювання поверхневого схилового і руслового стоку, підвищення водоакумулюючої ємності території, зменшення швидкості стікання та періоду добігання води до русел;

- управління паводками необхідно розробляти в єдиній системі інтегрованого управління річковим басейном. Забезпечення територіальної екологічної безпеки повинно бути вирішено при розробленні «Плану управління басейном р. Прут» і є задачею наших подальших досліджень.

Література

1. Архипова Л.М. Природно-техногенна безпека гідроекосистем: монографія / Л.М.Архипова. – Івано-Франківськ: Видавництво ІФНТУНГ, 2011. – 366 с.
2. Korchemlyuk M. Estimation of key pressures on Prut river basin in Ukraine Екологічна безпека. Кременчуцький національний університет ім. М. Остроградського/ М. Korchemlyuk, L. Arkhipova. - Кременчук: КрНУ, 2015. Випуск 1/2015(19). – С. 41-45 – http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Ekol_bezpeka/index.html
3. Приходько М.М. Екологічна безпека природних і антропогенно модифікованих геосистем : монографія / М. М. Приходько. – К. : Центр екологічної освіти та інформації, 2013. – 201 с.

Поступила в редакцію 23.07.2015 р.

Рекомендував до друку д.т.н., проф. Я.О.Адаменко